

УДК 669.85

https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/39

СЕЛЕКТИВНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКАНДИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ (ШТЕЙН) КОМПЛЕКСОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

©Укелеева А. З., SPIN-код: 8073-4601, канд. хим. наук, Институт химии и фитотехнологии НАН КР, г. Ош, Кыргызстан

©Джумабекова Э. Ш., Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, г. Бишкек, Кыргызстан

©Сыдыгалиева А. Н., SPIN-код: 1952-4856, Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, г. Бишкек, Кыргызстан

©Жусупова Ж. Б., SPIN-код: 7640-0321, Кыргызский национальный университет,

©Мурзубраимов Б. М., SPIN-код: 8578-2026, д-р хим. наук, Институт химии и фитотехнологии НАН КР, г. Ош, Кыргызстан

SELECTIVE EXTRACTION AND DETERMINATION OF SCANDIUM IN INDUSTRIAL WASTE (MATTE) BY THE COMPLEXOMETRIC METHOD

©Ukeleeva A., SPIN-code: 8073-4601, Ph.D., Institute of Chemistry and Phytotechnology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Osh, Kyrgyzstan

©Dzhumabekova E., Kyrgyz national agrarian university after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyzstan

©Sydygalieva A., SPIN-code: 1952-4856, Kyrgyz national agrarian university after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyzstan

©Zhusupova Zh., SPIN-code: 7640-0321, Kyrgyz National University named after Jusup Balasagyn, Bishkek, Kyrgyzstan

©Murzubraimov B., SPIN-code: 8578-2026, Dr. habil., Institute of Chemistry and Phytotechnology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Osh, Kyrgyzstan

Аннотация. В настоящей статье исследованы селективная экстракция и комплексометрическое титрование отходов скандия (штейн отвальный). В составе штейна отвального содержатся различные ионы элементов As, Pb, Sb, K, Hg, Fe, Ca, Au, Cd, Na, Si, которые мешают определению скандия. В умеренно кислой среде ионы скандия образуют с диантипирилметаном в присутствии иодид-ионов смешанный комплекс, хорошо растворимый в хлороформе. В этих условиях лантаноиды а также ионы элементов As, Pb, Sb, K, Hg, Fe, Ca, Au, Cd, Na не образует соединений, растворимых в хлороформе, и не мешают определению скандия. Скандий реэкстрагируют аммиачным раствором ЭДТА и заканчивают определение комплексометрически.

Abstract. In this article, selective extraction and complexometric titration of scandium waste (waste matte) are investigated. Waste matte contains various ions of elements As, Pb, Sb, K, Hg, Fe, Ca, Au, Cd, Na, Si that interfere with the determination of scandium. In a moderately acidic medium, scandium ions form a mixed complex with diantipyrylmethane in the presence of iodide ions, which is well soluble in chloroform. Under these conditions, lanthanides as well as As, Pb, Sb, K, Hg, Fe, Ca, Au, Cd, Na do not form compounds soluble in chloroform and do not interfere with the determination of scandium. Scandium is reextracted with an ammonia solution of EDTA and the determination is completed complexometrically.

Ключевые слова: штейн, редкоземельный, скандий, техногенный, реэкстракция, диантипирилметан, селективная, кислой среда, иодид, хлороформе, РЗЭ, аммиак, ЭДТА, комплексонометр.

Keywords: matte, rare earth, scandium, technogenic, reextraction, diantipyrylmethane, selective, acidic medium, iodide, chloroform, REE, ammonia, EDTA, complexometer.

Редкоземельные элементы (в дальнейшем РЗЭ) – это семейство из 17 химических элементов III группы периодической системы, включающее скандий (Sc), иттрий (Y), лантан (La) и лантаноиды: церий (Ce), празеодим (Pr), неодим (Nd), прометий (Pm), самарий (Sm), европий (Eu), гадолиний (Gd), тербий (Tb), диспрозий (Dy), гольмий (Ho), эрбий (Er), тулий (Tm), иттербий (Yb) и лютеций (Lu). Элементы Ce-Eu называют легкими, а Gd-Lu-тяжелыми лантаноидами.

В последнее время РЗЭ приобретают всё более широкое значение и распространение в различных сферах деятельности человека. С каждым годом они все в больших количествах применяются в различных областях науки. И с развитием научно-технического прогресса все более важное значение в технологии редких и рассеянных элементов приобретают процессы выделения и разделения элементов и получения их соединений в чистом виде. В связи с этим различные предприятия, занимающиеся развитием редкоземельной промышленности в Российской Федерации, Китае, Казахстане, Австралии, США и других странах, разрабатываются методики для разделения и получения данных соединений из возможного исходного сырья со своих месторождений. Извлечение редкоземельных элементов из руд минералов. Основными источниками РЗЭ являются минералы бастнезит, монацит, лопарит, урансодержащий фосфорит, апатит, эвдиалит. В мире имеется лишь небольшое число месторождений этих минералов, рентабельных для разработки и большинство из них находят вместе с ураном и торием [1].

Если рассматривать по странам, то основными ресурсами редкоземельных элементов обладают следующие: Китай — является монополистом в сфере редких земель. Согласно оценке специалистов в стране сконцентрировано более 40% всех мировых запасов РЗЭ. Страны СНГ (РФ, Казахстан, Киргизия, Белоруссия) – по сведениям Industrial Mineral они занимают второе место по запасам сырья. В США основным минералом является бастнезит [2]. Остальные страны, в их числе Австралия, Бразилия, Канада, Индия, Малайзия, ЮАР, Шри-Ланке, Таиланде и др., в которых расположены месторождения небольших запасов РЗ или однотипными минералами и рудами. Поэтому в связи с потребностями РФ и в соответствии с программой «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года» была принята следующая подпрограмма 15 «Развитие промышленности редких и редкоземельных металлов», которая предусматривает освоение месторождений, т.е. вопросы добычи, производства и применение РЗЭ [3]/

Существуют ряд работ выделения РЗЭ сернокислотной переработкой из апатита и продукта его переработки фосфо гипса с последующим контролем [4].

В работе [5] представлены результаты по щелочному вскрытию красноуфимского монацита концентрированными растворами гидроксида калия. Монацит измельчали, смешивали с раствором гидроксида калия, нагревали в реакторе при 110–115⁰С и перемешивании в течение 2-4 ч. Пульпу разбавляли водой в 2 раза и фильтрованием отделяли осадок гидроксидов тория, редкоземельных элементов (РЗЭ) и урана. Фильтрат упаривали в 3-4 раза, охлаждали и отделяли кристаллы трикалийфосфата. Осадок обрабатывали раствором азотной кислоты и отделяли нитраты РЗЭ фильтрацией.

После переработки минералов и отделения РЗМ от металлов, им сопутствующих, следует стадия разделения. Данный процесс является достаточно сложной технологической задачей, что связано с исключительной близостью химических свойств этих металлов и их соединений. Как правило, первым этапом технологической переработки редкоземельного концентрата, очищенного от посторонних примесей, является разделение РЗМ по группам. Раньше для этой цели использовали методы фракционного осаждения (кристаллизации), а с модернизацией технологий сначала появилась ионно обменная сорбция [6], а далее и жидкостная экстракция.

Штейн представляет собой твердый порошкообразный материал оливково-черного цвета. Химический состав штейна: Fe — 45%, NaO — 8-15%, S — 25-35%, Sb — 3-5%, As — 0,2-1%, Si — 2-5%. В связи с повышенным содержанием сурьмы штейн осадительной плавки не может считаться отвальным продуктом [8].

Химический состав техногенных отходов (кек отвальная). Исследовано рентгенофлуоресцентным методом. Кеки — пастообразный или порошкообразный материал, являющийся остатком процесса выщелачивания при гидрометаллургическом способе получения металлической сурьмы. После промывки и сушки, кеки размещаются на специальном, инженерно-обустроенном хранилище. Хранилище занимает 2 га [9].

Методы анализа, применяемые для контроля процессов извлечения и разделения редкоземельных элементов. Для технологической схемы экстракционного разделения редкоземельных элементов требуется контроль содержания РЗЭ в исходном сырье, полупродуктах, т.е. в исходном растворе, рафинате и реэкстракте; также это необходимо для регулирования/корректировки процесса в режиме работы. Поэтому основные требования, предъявляемые к методам определения элементов, сводятся к сочетанию низких пределов обнаружения, высокой чувствительности и селективности, а также экспрессности.

Существуют различные методы определения редкоземельных элементов (объемные, гравиметрические, электрохимические и оптические), которые в разное время использовали в аналитической практике. Кратко рассмотрим данные методы. К объемным методам анализа относятся титриметрические методы:

Комплексонометрический метод — образование комплексов с этилен-диамин-тетрауксусной кислотой или ее натриевой солью. Однако, спектры растворов и константы нестойкости цветных комплексных соединений мало различаются в пределах группы РЗЭ. Поэтому комплексонометрическое титрование подходит для определения суммы содержания РЗЭ, а не индивидуальных элементов.

Гравиметрический метод представляет собой общий метод для группового определения суммы РЗЭ. В качестве осадителя наиболее используют оксалат натрия или аммония. Недостаток метода — длительность его выполнения [10].

Химический состав технологического отхода штейна отвального: As, Pb, Sb, K, Hg, Fe, Ca, Au, Cd, Na, Si.

Растворяем концентрированной соленой кислотой [11].

Фильтрует вакуумным способом. Полученный фильтрат для выделения скандия экстрагируем по этой методике [11].

Расчеты в титриметрическом анализе. По результатам титрования рассчитывают РЗЭ скандия. $PZ\text{Э}Sc = N \cdot V_1 \cdot 1000 / 100$, где N — нормальность раствора комплексона III; V_1 — объем стандартного раствора комплексона; V — объем раствора, взятой для определения (в мл). $PZ\text{Э}Sc = 0,05022 \cdot 25,0 \cdot 1000 / 100 = 1,25 \text{ мг}$.

Выводы

1. В составе штейн отвального содержится различные ионы элементов (As, Pb, Sb, K,

Hg, Fe, Ca, Au, Cd, Na, Si) которые мешают определению скандия.

2. В умеренно кислой среде ионы скандия образуют с диантипирилметаном в присутствии иодида-ионов смешанный комплекс, хорошо растворимый в хлороформе В этих условиях лантаноиды а также (As, Pb, Sb, K, Hg, Fe, Ca, Au, Cd, Na) не образует соединений, растворимых в хлороформе, и не мешают определению скандия. Скандий реэкстрагируют аммиачным раствором ЭДТА и заканчивают комплексонометрически.

3. Содержание скандия — 1,25 мг.

Список литературы:

1. Арсаханова З. А., Сатуев М. Р. Экономическая глобализация и формирование международных производственных сетей // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2023. №1. С. 180-187.
2. Емелина Т., Верещагин Ю. Редкоземельные металлы: применение, проблемы, перспективы // Уральский рынок металлов. 2007. Т. 174. №3. С. 40.
3. Локшин Э. П., Калинин В. Т., Тареева О. А. Извлечение редкоземельных элементов из промпродуктов и техногенных отходов переработки хибинского апатитового концентрата // Цветные металлы. 2012. №3. С. 75-80.
4. Таскин А. В., Федотов Д. Р., Шкуратов А. Л., Иванников С. И., Черкасова Т. Г., Баранцев Д. А. Извлечение угольного концентрата из отходов углеобогащения как подготовка к выделению редких и редкоземельных элементов // Уголь. 2024. Т. 1179. №4. С. 40-44.
5. Черкасова Т. Г., Тихомирова А. В., Пилин М. О., Баранцев Д. А. Обоснование выбора сырьевой базы для получения редких и редкоземельных элементов из отходов угледобычи и углепереработки // Уголь. 2024. Т. 1180. №5. С. 54-58.
6. Даминев Р. Р., Курбангалеева М. Х. Извлечение редкоземельных элементов из фосфогипса // Башкирский химический журнал. 2021. Т. 28. №4. С. 90-92.
7. Эркинбаева Н. А., Ташполотов Ы., Ысманов Э. М. Исследование химического состава промышленных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №12. С. 73-78. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/61/08>
8. Эркинбаева Н. А. Получение лантана литиетермическим методом // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №3. С. 65-68. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/100/07>
9. Эркинбаева Н. А., Ысманов Э. М., Ташполотов Ы. Технология получения редкоземельных элементов из шлака Кадамжайского сурьмяного комбината с применением неорганических и органических реагентов методом осаждения // Тенденции развития науки и образования. 2021. №74-2. С. 143-147.
10. Ибраева Ж. А., Шабданова Э. А., Тунгучбекова Ж. Т., Акжолова К. П., Мурзубраимов Б. М., Ысманов Э. М. Технология извлечения скандия из кека Кадамжайского сурьмяного комбината // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №11. С. 317-322. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/96/41>
11. Укелеева А. З., Шабданова Э. А., Шапакова Ч. К., Жусупова Ж. Ж., Мурзубраимов Б., Ысманов Э. М. Исследование гранулометрического состава техногенных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №5. С. 395399. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/90/49>

References:

1. Arsakhanova, Z. A., & Satuev, M. R. (2023). Ekonomicheskaya globalizatsiya i formirovanie mezhdunarodnykh proizvodstvennykh setei. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologii "Integral"*, (1), 180-187. (in Russian).

2. Emelina, T., & Vereshchagin, Yu. (2007). Redkozemel'nye metally: primeneniye, problemy, perspektivy. *Ural'skii rynok metallov*, 174(3), 40. (in Russian).
3. Lokshin, E. P., Kalinnikov, V. T., & Tareeva, O. A. (2012). Izvlecheniye redkozemel'nykh elementov iz promproduktov i tekhnogennykh otkhodov pererabotki khibinskogo apatitovogo kontsentrata. *Tsvetnye metally*, (3), 75-80. (in Russian).
4. Taskin, A. V., Fedotov, D. R., Shkuratov, A. L., Ivannikov, S. I., Cherkasova, T. G., & Barantsev, D. A. (2024). Izvlecheniye ugol'nogo kontsentrata iz otkhodov ugleobogashcheniya kak podgotovka k vydeleniyu redkikh i redkozemel'nykh elementov. *Ugol'*, 1179(4), 40-44. (in Russian).
5. Cherkasova, T. G., Tikhomirova, A. V., Pilin, M. O., & Barantsev, D. A. (2024). Obosnovaniye vybora syr'evoi bazy dlya polucheniya redkikh i redkozemel'nykh elementov iz otkhodov ugledobychi i uglepererabotki. *Ugol'*, 1180(5), 54-58. (in Russian).
6. Daminev, R. R., & Kurbangaleeva, M. Kh. (2021). Izvlecheniye redkozemel'nykh elementov iz fosfogipsa. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal*, 28(4), 90-92. (in Russian).
7. Erkinbaeva, N., Tashpolotov, Y., & Ysmanov, E. (2020). Research of the Chemical Composition of Industrial Waste of the Kadamzhay Antimony Combine. *Bulletin of Science and Practice*, 6(12), 73-78. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/61/08>
8. Erkinbaeva, N. (2024). Preparation of Lanthanum by the Lithium-thermic Method. *Bulletin of Science and Practice*, 10(3), 65-68. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/100/07>
9. Erkinbaeva, N. A., Ysmanov, E. M., & Tashpolotov, Y. (2021). Tekhnologiya polucheniya redkozemel'nykh elementov iz shlaka Kadamzhaiskogo sur'myanogo kombinata s primeneniem neorganicheskikh i organicheskikh reagentov metodom osazhdeniya. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*, (74-2), 143-147. (in Russian).
10. Ibraeva, Zh., Shabdanova, E., Tunguchbekova, Zh., Akzholova, K., Murzubraimov, B., & Ysmanov, E. (2023). Technology for Extraction of Scandium From Cake of Kadamzhay Antimony Plant. *Bulletin of Science and Practice*, 9(11), 317-322. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/96/41>
11. Ukeleeva, A., Shabdanova, E., Shapakova, Ch., Zhusupova, Zh., Murzubraimov, B. & Ysmanov, E. (2023). Study of the Granulometric Composition of Technogenic Wastes of the Kadamzhay Antimony Plant. *Bulletin of Science and Practice*, 9(5), 395-399. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/90/49>

Работа поступила
в редакцию 03.06.2024 г.

Принята к публикации
11.06.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Укееева А. З., Джумабекова Э. Ш., Сыдыгалиева А. Н., Жусупова Ж. Б., Мурзубраимов Б. М. Селективная экстракция и определение скандия промышленных отходов (штейн) комплексометрическим методом // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №7. С. 376-380. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/39>

Cite as (APA):

Ukeleeva, A., Dzhumabekova, E., Sydygalieva, A., & Zhusupova, Zh., & Murzubraimov, B. (2024). Selective Extraction and Determination of Scandium in Industrial Waste (Matte) by the Complexometric Method. *Bulletin of Science and Practice*, 10(7), 376-380. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/39>